

---

UNIVERSITI SAINS MALAYSIA

Peperiksaan Semester Pertama  
Sidang Akademik 2005/2006

November 2005

**EMH 322/3 – Pemindahan Haba**

Masa : 3 jam

---

**ARAHAN KEPADA CALON :**

Sila pastikan bahawa kertas soalan ini mengandungi **ENAM (6)** mukasurat dan **ENAM (6)** soalan yang bercetak sebelum anda memulakan peperiksaan.

Sila jawab **EMPAT (4)** soalan sahaja.

Calon boleh menjawab dalam **Bahasa Malaysia** ATAU **Bahasa Inggeris** ATAU kombinasi kedua-duanya.

Setiap soalan mestilah dimulakan pada mukasurat yang baru.

...2/-

- S1. [a] Berikan pertimbangan ke atas kerintangan sentuhan terma bagi pemindahan haba melibatkan penyambungan mekanik bahan-bahan.

*Describe briefly the thermal contact resistance for heat transfer involving mechanical joining of materials.*

(10 markah)

- [b] Sebuah tiub berdinding-tebal mempunyai nilai  $k = 19 \text{ W/m}^2\text{K}$ . Diameter dalaman 2 cm dan diameter luaran 4 cm. Ia diselaputi oleh 3 cm lapisan penebat asbestos dengan nilai  $k = 0.2 \text{ W/m}^2\text{K}$ . Jika suhu dinding dalaman paip berkenaan dikekalkan pada  $600^\circ\text{C}$ , kirakan kehilangan haba per meter panjang. Kirakan juga suhu pengantaramukaan penebat-tiub jika permukaan luaran bagi asbestos ialah pada  $100^\circ\text{C}$ .

*A thick-walled tube of stainless steel of  $k = 19 \text{ W/m}^2\text{K}$ , has an inside diameter of 2 cm and outside diameter 4 cm. It is covered with 3 cm layer of asbestos insulation of  $k = 0.2 \text{ W/m}^2\text{K}$ . If the inside wall temperature of the pipe is maintained at  $600^\circ\text{C}$ , calculate the heat loss per meter of length. Also calculate the tube-insulation interface temperature, if the outside surface of the asbestos is at  $100^\circ\text{C}$ .*

(15 markah)

- S2. [a] Nyatakan kaedah-kaedah bagi penentuan pekali perolakan pemindahan haba.

*Outline the available methods for determination of convective heat transfer coefficient.*

(10 markah)

- [b] Sebuah plat keluli karbon berketabalan 2 cm, kelebaran 50 cm dan panjang 75 cm. Udara pada  $20^\circ\text{C}$  ditiup ke atas plat berdimensi 50 cm x 75 cm berkenaan. Jika permukaan sejuk bagi plat ialah pada  $250^\circ\text{C}$ , kekonduksian terma bagi keluli karbon  $k = 43 \text{ W/m}^2\text{K}$  jumlah kehilangan haba ke persekitaran ialah 2.456 kW, kirakan:

- (i) suhu permukaan panas
- (ii) pekali berkesan pemindahan haba ke persekitaran.

*2 cm thick plate made of carbon steel has a width of length of 50 cm and 75 cm. Air at  $20^\circ\text{C}$  blows over the plate along its 50 cm x 75 cm dimensions. If the cooling face of the plate is at  $250^\circ\text{C}$ , the thermal conductivity of the carbon steel  $k = 43 \text{ W/m}^2\text{K}$  and the total heat loss to the surroundings is 2.456 kW, calculate :*

- (i) The temperature of the hot face.
- (ii) The effective heat transfer coefficient to the surroundings.

(15 markah)

...3/-

- S3. [a] Sebuah sfera kecil plastik dengan isipadu  $V \text{ m}^3$ , ketumpatan  $\rho = \frac{\text{kg}}{\text{m}^3}$  dan haba tentu  $C_p = \frac{J}{\text{kg}}$  berada pada suhu  $T_i$ . Ia disejukkan ke suhu persekitaran  $T_o$  dengan pekali pemindahan haba  $h = \frac{W}{\text{m}^2 K}$ . Terbitkan persamaan model pembeza bagi penyejukan bola berkenaan.

*A small plastic sphere of volume  $V \text{ m}^3$ , density  $\rho = \frac{\text{kg}}{\text{m}^3}$  and specific heat  $C_p = \frac{J}{\text{kg}}$  is at a temperature  $T_i$ . It is cooled to the ambient temperature  $T_o$  of heat transfer coefficient  $h = \frac{W}{\text{m}^2 K}$ . Develop the differential model equation for the cooling of the ball.*

(10 markah)

- [b] Sfera plastik bersaiz 5 mm dan pada suhu asal  $80^\circ\text{C}$  disejukkan dengan udara pada suhu  $30^\circ\text{C}$ . Ketumpatan bagi pepejal ialah  $1100 \text{ kg/m}^3$ , kekonduksian terma ialah  $0.13 \text{ W/m}^\circ\text{C}$ , dan haba tentu ialah  $1700 \text{ J/kg}^\circ\text{C}$ . Pekali pemindahan haba luaran ialah  $50 \text{ W/m}^2^\circ\text{C}$ . Berapa lamakah masa purata yang diperlukan bagi pepejal mencapai  $35^\circ\text{C}$ ?

*Plastic sphere 5 mm in size and originally at  $80^\circ\text{C}$  is cooled by air at temperature  $30^\circ\text{C}$ . The density of the solid is  $1100 \text{ Kg/m}^3$ , the thermal conductivity is  $0.13 \text{ W/m}^\circ\text{C}$ , and the specific heat is  $1700 \text{ J/kg}^\circ\text{C}$ . The external heat transfer coefficient is  $50 \text{ W/m}^2^\circ\text{C}$ . How long will it take for the average solid temperature to reach  $35^\circ\text{C}$ ?*

(15 markah)



- S4. Minyak dipanaskan dari 300 K ke 344 K dengan dialirkan pada kelajuan 1 m/s melalui penukar haba paip kelompang dan tiub. Stim dengan  $h_s = 10,000 \frac{W}{m^2 K}$  pada 377 K memeluwap pada luaran paip, dengan diameter luaran dan dalaman 48 mm dan 41 mm masing-masing, walaupun disebabkan oleh kekotoran, diameter dalaman telah berkurang ke 38 mm, dan kerintangan pemindahan haba bagi dinding paip dan kekotoran bersama berdasarkan kepada diameter ini ialah  $0.0009 \frac{m^2 K}{W}$ . Telah diketahui melalui pengukuran sebelumnya pada keadaan yang sama bahawa pekali pemindahan haba pada sebelah minyak pada halaju 1 m/s, pada diameter 38 mm, berubah terhadap suhu minyak seperti berikut:

Oil temperature K	300	311	322	333	344
Oil side coefficient of heat transfer $W/m^2 K$	74	80	97	136	244

Haba tentu dan ketumpatan bagi minyak boleh dianggap malar pada 1.9 kJ/kgK dan 900 kg/m<sup>3</sup> masing-masing dan sebarang kerintangan pemindahan haba pada bahagian stim boleh diabaikan. Kirakan panjang seberkas tiub yang diperlukan dan dengan itu kirakan juga bilangan tiub bagi satu tiub piawai dengan panjang 1.2 m.

Oil is to be warmed from 300 K to 344 K by passing it at velocity of 1 m/s through the tube of shell and tube heat exchanger. Steam of  $h_s = 10,000 \frac{W}{m^2 K}$  at 377 K condenses on outside of the tubes, which have outer and inner diameters of 48 and 41 mm respectively, though due to fouling, the inside diameter has been reduced to 38 mm, and the resistance to heat transfer of the pipe wall and dirt together, based on this diameter, is  $0.0009 \frac{m^2 K}{W}$ . It is known from previous measurements under similar conditions that the oil side coefficient of heat transfer for velocity of 1 m/s, based on diameter of 38 mm, vary with temperature of the oil as follows :

Oil temperature K	300	311	322	333	344
Oil side coefficient of heat transfer $W/m^2 K$	74	80	97	136	244

The specific heat and density of the oil may be assumed constant at 1.9 kJ/kgK and 900 kg/m<sup>3</sup> respectively and any resistance to heat transfer on the steam side may be neglected. What is the length of the tube bundle required and hence, find the number of tubes standard length tube available is 1.2 m.

(25 markah)

...5/-

- S5. [a] Terangkan prinsip pemindahan haba sinaran, dan tunjukkan bahawa jasad hitam menyerap semua sinaran yang jatuh ke atasnya dengan tidak mengira panjang gelombang dan arah.

*Explain the concept of radiation heat transfer, and show that the black body absorbs all radiation falling upon it regardless of the wavelength and direction.*

(10 markah)

- [b] Kirakan faktor pandangan,  $F_{21}$  dan pemindahan sinaran bersih antara dua permukaan hitam, segiempat tepat 2 m dan 1 m (keluasan  $A_1$ ) pada 1500 K dan cakera 1 m diameter (keluasan  $A_2$ ) pada 750 K. Jika faktor pandangan  $F_{12} = 0.25$  dan  $\sigma = 5.67 \times 10^{-8} \text{ Wm}^2\text{K}$ .

*Calculate the view factor,  $F_{21}$  and the net radiation transfer between two black surfaces, a rectangle 2 m by 1 m (area  $A_1$ ) at 1500 K and a disc 1 m in diameter (area  $A_2$ ) at 750K. If the view factor,  $F_{12} = 0.25$  and  $\sigma = 5.67 \times 10^{-8} \text{ Wm}^2\text{K}$ .*

(15 markah)

- S6. [a] Tunjukkan kelebihan relatif bagi jasad hitam dan jasad kelabu berbanding dengan jasad sebenar bagi menyelesaikan masalah kejuruteraan.

*Show the relative merits of the black body and grey body with respect to the real bodies for solving engineering problems.*

(10 markah)

- [b] Sinaran mengenai permukaan kelabu dengan keberpancaran 0.75 pada suhu malar 400 K, pada kadar  $3 \text{ kW/m}^2$ . Dengan mengandaikan persekitaran ialah jasad hitam, kirakan pemindahan haba bersih dari permukaan kelabu ke persekitaran. Kirakan pekali pemindahan haba melalui perolakan yang diperlukan bagi mengekalkan suhu permukaan kelabu pada 400 K, jika belakang permukaan ditebat sempurna dan hadapan disejukkan melalui perolakan ke udara. Ambil suhu persekitaran 295 K, dan faktor konfigurasi  $\bar{F}$  diberi oleh

$$\frac{1}{\bar{F}} = \frac{1}{\frac{1}{A_1 F_{12}} + \frac{1-e_1}{A_1 e_1} + \frac{1-e_2}{A_2 e_2}}$$

dan  $q_r$  (pantulan) dan  $q_e$  terpancar dari jasad kelabu adalah  $750 \text{ W/m}^2$  dan  $1089 \text{ W/m}^2$  masing-masing.

...6/-

Radiation arrives at a grey surface of emissivity 0.75 at constant temperature of 400 K, at the rate of  $3 \text{ kW/m}^2$ . Assuming the surrounding to be black body what is the net heat transfer from the grey surface to the surrounding? Find the heat transfer coefficient by convection that is required to keep the temperature of the grey surface at 400 K, if the rear of the surface is perfectly insulated and the front is cooled by convection. Take the surrounding temperature to be 295 K. The grey body configuration factor  $\bar{F}$  is given by :

$$\frac{1}{\bar{F}} = \frac{1}{\frac{1}{A_1 F_{12}} + \frac{1-e_1}{A_1 e_1} + \frac{1-e_2}{A_2 e_2}}$$

and  $q_r$  (reflected) and  $q_e$  emitted from the grey surface are  $750 \text{ W/m}^2$  and  $1089 \text{ W/m}^2$  respectively.

(15 markah)